

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-222534

⑤ Int.Cl.

H 04 J 11/00  
H 03 H 15/00

識別記号

庁内整理番号

B-8226-5K  
6903-5J

④ 公開 昭和63年(1988)9月16日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑥ 発明の名称 交差偏波間干渉補償方式

⑦ 特 願 昭62-57694

⑧ 出 願 昭62(1987)3月12日

⑨ 発 明 者 箕 輪 守 彦 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内  
⑩ 発 明 者 青 野 芳 民 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内  
⑪ 発 明 者 竹 中 貞 夫 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内  
⑫ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
⑬ 代 理 人 弁理士 森 田 寛 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

交差偏波間干渉補償方式

## 2. 特許請求の範囲

互いに直交するV偏波、H偏波の各段でその局  
部発振周波数信号を同期させた上で送信し、受信  
側中間周波帯で上記両偏波の交差偏波間干渉波を  
除去する構成のデジタル無線方式における交差  
偏波間干渉補償方式において、

受信された各偏波の無線周波から中間周波へ周  
波数変換する各混合器(8-V)、(8-H)に  
同期した局部発振周波数信号を供給する無線周波  
用局部発振器(15)と、

交差偏波間干渉を与える偏波側の中間周波信号  
から分枝された信号を入力し、交差偏波間干渉を  
受ける偏波側の復調器(9-V)に輸入されている  
局部発振周波数信号によって当該入力された信  
号にもとづき交差偏波間干渉成分と同期した補償

用信号を復調する補償用復調器(16-V)と、

交差偏波間干渉を受けた偏波側復調器(9-V)  
の出力から、該補償用復調器(16-V)で復  
調された交差偏波間干渉成分の補償用信号により、  
交差偏波間干渉成分を除去する交差偏波間干渉補  
償器(17-V)

とを備え、送信側両偏波の各局部発振周波数信  
号が非同期状態でも、受信側で安定して交差偏波  
間干渉を除去できるようにしたことを特徴とする  
交差偏波間干渉補償方式。

## 3. 発明の詳細な説明

(概要)

直交二偏波を送信するデジタル無線の交差偏  
波間干渉補償方式において、両偏波の受信入力  
の無線周波を同期した局部発振周波数信号を用いて  
それぞれ中間周波信号に周波数変換し、該中間周  
波帯の信号を基に交差偏波間干渉成分の補償用信  
号を出力する補償用復調器をそれぞれ設け、該補  
償用復調器から得られた補償用信号と交差偏波間

干渉を受けた偏波側の復調後の出力とを合成することにより、送信側の直交二偏波に対する各局部発振周波数信号が非同期状態でも、受信側で安定して交差偏波間干渉を除去できるようにしたものである。

#### (産業上の利用分野)

本発明は、交差偏波間干渉補償方式、特に直交二偏波デジタル無線通信において、送信側の如何にかかわらず、受信側で安定して交差偏波間干渉を除去できる交差偏波間干渉補償方式に関するものである。

#### (従来の技術)

デジタル無線方式においては、周波数の利用効率の観点から多値化の方向に向かっている。また同様に、同一周波数の互いに直交した二つの偏波を用いて別々の信号を伝送し、同一周波数を二重に使用する直交偏波無線通信方式が注目されている。この場合、両偏波間の交差偏波識別度(X

PD)を十分に取る必要があるが、マルチパス・フェージングや気象条件等により交差偏波識別度が劣化する。

例えば多値QAM方式は、その多値数が多くなるにつれて干渉に対する劣化が大きくなるので、直交二偏波を用いて伝送する場合、交差偏波間補償器XPC(Cross Polarization Interference Canceler)が必要となる。

従来から種々の交差偏波間補償器が提案されているが、デジタル無線方式においては、マルチパス・フェージングにより交差偏波識別度の干渉状態が時間的に変動するので、トランスバーサル・フィルタを用いた自動等化器が有効である。

従来の交差偏波間干渉補償方式の構成が第5図、第6図に示されている。

第5図、第6図において、互いに直交する二つの偏波、すなわちV偏波とH偏波との別系統の伝送系があり、各伝送系に設けられた変調器1-V、1-Hへ入力している共通の局部発振器2の周波数 $f_c$ は、上記各変調器1-V、1-Hに入力さ

れたベースバンド信号に応じて変調され、さらにこれらの各変調信号は各伝送系に設けられた混合器3-V、3-Hで共通の局部発振器4の周波数 $f_c$ の搬送波に重畳されて、アンテナ5からそれぞれ送信される。アンテナ5はV偏波、H偏波とも送信できるようになっている。

今、例えばアンテナ6で受信されるV偏波を主偏波とし、アンテナ6で受信されるH偏波を異偏波として、V偏波の主偏波側にH偏波の異偏波側から干渉を受け、その干渉波 $h$ が主偏波側に漏れ込んだものとして説明すると、干渉を受けた主偏波側及び干渉を与えた異偏波側の各無線周波受信信号は、中間周波用局部発振器7からの共通周波数 $f_m$ の信号と混合器8-V、8-Hでそれぞれ混合され、それぞれ中間周波信号に周波数変換される。この中間周波信号は対応して設けられている復調器9-V、9-Hに入力され、該復調器9-V、9-Hにより復調用局部発振器10-V、10-Hの同期がとられた周波数 $f_c$ の信号でそれぞれ直交復調され、同相及び直交のベースバン

ド信号となって出力されてくる。第5図の構成ではこれらのベースバンド信号が交差偏波間干渉補償器11-Vへ入力されるようになっている。

交差偏波間干渉補償器11-Vには復調器9-V、9-Hからそれぞれ出力される主偏波側のベースバンド信号と異偏波側のベースバンド信号とが入力されており、該交差偏波間干渉補償器11-Vで異偏波側の干渉波 $h$ が漏れ込んだ主偏波側のベースバンド信号と異偏波側のベースバンド信号との各相関がとられ、該異偏波側のベースバンド信号を基に上記主偏波側に漏れ込んだ干渉波 $h$ の成分と同振幅逆位相の補償信号をそれぞれ作り、主偏波側のベースバンド信号に加算しその干渉波 $h$ の成分を相殺するようにしている。干渉波 $h$ の成分が除去された主偏波側の各ベースバンド信号は、識別器12-Vへ入力され、該識別器12-Vで元のデジタル信号に再生される。

また、H偏波がV偏波によって干渉される場合についても、上記説明と全く同様であり、復調器9-Hで復調されたベースバンド信号は、交差偏

波間干渉補償器11-Hでその干渉波 $v$ の成分が除去され、識別器12-Hにより元のデジタル信号に再生される。

なお、第6図の構成では、交差偏波間干渉補償器14-V、14-Hをデジタルで構成した場合で、復調器9-V、9-Hで復調された各ベースバンド信号は、A/D変換器13-V、13-Hによりデジタル信号に変換された上で、上記デジタルの交差偏波間干渉補償器14-V、14-Hに入力される構成となっており、交差偏波間干渉の除去の仕方は第5図の構成のものと同一である。

#### (発明が解決しようとする問題点)

従来の第5図、第6図で示される様な交差偏波間干渉補償方式では、送信側の変調器1-V、1-H及び搬送波を混合する混合器3-V、3-Hの各局部発振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の同期をとらなければならない欠点があった。すなわち、これらの各局部発振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の同期がとられてお

またその周波数差が離れるに従い、等化能力が悪くなるので、送信側の局部発振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ をそれぞれ同期させなければならなかった。

そのため、同一周波数上の交差偏波による干渉を、送信側の変調器1-V、1-H及び混合器3-V、3-Hに対する各局部発振周波数をそれぞれ非同期にした場合でも、受信側で安定して干渉波の補償信号が作れる交差偏波間干渉補償方式が望まれる。

#### (問題点を解決するための手段)

第1図は本発明に係る交差偏波間干渉補償方式の原理構成図を示しており、15は無線周波用局部発振器、16-V、16-Hは補償用復調器、17-V、17-Hは交差偏波間干渉補償器、18-V、18-Hは復調用局部発振器であり、アンテナ6、復調器9-V、9-Hは第5図のものに対応している。

無線周波用局部発振器15は、混合器8-V、8-Hへ共通の周波数 $f_3$ の発振信号を供給する

らず、例えばH偏波の変調器1-H及び混合器3-Vへそれぞれ入力する局部発振周波数を $f_1$ 、 $f_2$ としたとき、アンテナ6で受信される主偏波と異偏波側からの干渉波との間には $f_1$ 、 $f_2 - f_1$ 、 $f_2$ という周波数差が生じる。そして復調器9-Vで復調されたベースバンド信号においては、主信号と干渉信号との間に周波数差が生じる。この干渉波成分を除去するためには、その周波数差に追従した補償信号を作る必要がある。しかしながら、交差偏波間干渉補償器11-Vは、トランスバーサル・フィルタを用いた構成であり、交差偏波間干渉補償器11-Vの制御時間が、1/10数ns～1ns程度でその動作が遅く、上記周波数差が大きいと、相殺するための補償信号を作ることができなかった。従って送信側の変調器1-V、1-H及び混合器3-V、3-Hへの局部発振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ をそれぞれ同期状態にするか、若しくは非常に近い周波数差(～100Hz位)にしなければ、交差偏波間干渉補償器11-V、11-Hのトランスバーサル・フィルタが動作せず、

ものであり、該周波数 $f_3$ の発振信号とアンテナ6で受信されたV、H両偏波の無線周波数 $f_v$ 、 $f_h$ の信号とが混合器8-V、8-Hで混合され、中間周波信号に変換される。

補償用復調器16-V、16-Hは、混合器8-V、8-Hで中間周波帯に周波数変換された信号を受け、すなわち補償用復調器16-Vは混合器8-Vの中間周波信号を受け、また補償用復調器16-Hは混合器8-Hの中間周波信号を受け、交差偏波間干渉を受けた偏波側の交差偏波間干渉波成分を除去すべく、その同期した干渉波成分の復調を行い、補償信号を作る回路である。

交差偏波間干渉補償器17-V、17-Hは、異偏波によって干渉された干渉波が漏れ込まれた偏波の復調器9-V、9-Hでそれぞれ復調されたベースバンド信号と、補償用復調器16-V、16-Hで作られた上記補償信号のベースバンド信号とを受け、干渉を受けている偏波の干渉波成分と同振幅、逆位相の相殺のための補償信号を作り、干渉を受けている偏波から該干渉波成分を

除去する回路である。

またH偏波側も、V偏波側から交差偏波間干渉波 $v$ を受けるので、該交差偏波間干渉波 $v$ を除去するため、点線で図示された如くH偏波側に上記V偏波側と同等の補償用復調器16-H、交差偏波間干渉補償器17-Hを設け、V偏波側からの交差偏波間干渉波 $v$ を除去する構成にされている。

#### 〔作用〕

今、例えばV偏波側を主偏波とし、異偏波のH偏波から干渉を受け、アンテナ6が周波数 $f_v$ の主偏波と共に異偏波側の周波数 $\alpha f_u$  ( $\alpha$ はH偏波の干渉振幅係数)の干渉波 $h$ を受信したものとする。アンテナ6で受信されたこれらの無線周波信号は、無線周波用局部発振器15の発振周波数 $f_s$ と混合器8-Vで混合され、中間周波 $(f_v + \alpha f_u)/f_s$ の信号に周波数変換される。この中間周波に変換された信号が、復調器9-Vで $(f_v + \alpha f_u)/f_s$ のベースバンド信号に復調される。一方、アンテナ6で受信された無線

H両偏波に対する各局部発振器の周波数を非同期状態にしても、受信側でトランスバーサル・フィルタを安定に動作させることができ、交差偏波間干渉を除去することができる。

また、H偏波が主偏波側で、V偏波が異偏波側の逆の場合についても、全く同様である。

#### 〔実施例〕

以下図面を参照しつつ本発明の一実施例を説明する。

第2図、第3図は本発明に係る交差偏波間干渉補償方式の一実施例構成、第4図は中間周波帯2次元自動等化器の一実施例構成を示している。

第2図において、19-V、19-Hは局部発振器、20-V、20-Hは局部発振器を表しており、変調器1-V、1-H、混合器3-V、3-H、アンテナ5、6、混合器8-V、8-H、復調器9-V、9-H、識別器12-V、12-Hは第5図のものに対応し、無線周波用局部発振器15、補償用復調器16-V、16-H、交差

周波数 $f_u$ のH偏波は、無線周波用局部発振器15の発振周波数 $f_s$ と混合器で混合され、中間周波 $f_u/f_s$ の信号に周波数変換される(ここでは干渉波 $v$ については省略して考える)。該周波数 $f_u/f_s$ の中間周波信号は補償用復調器16-Vに人力され、該補償用復調器16-Vにおいて、復調用局部発振器18-Vの発振周波数 $f_s$ の信号により、周波数 $f_u/f_s$ のベースバンド信号に復調され、補償用信号が作られる。

交差偏波間干渉補償器17-Vでは、補償用復調器16-Vから入力される上記周波数 $f_u/f_s$ のベースバンド信号を基に、 $-\alpha f_u/f_s$ の信号、すなわち異偏波側からの干渉波 $h$ の成分と同期した同振幅、逆位相の補償信号 $-\alpha f_u/f_s$ が作られ、復調器9-Vからの復調信号 $(f_v + \alpha f_u)/f_s$ と加算される。従って異偏波側からの干渉波 $h$ 成分 $\alpha f_u/f_s$ が除去され、主偏波の $f_v/f_s$ だけのベースバンド信号が出力される。すなわち送信側の無線周波数 $f_u$ に依存しなくなり、従って送信側のV、

偏波間干渉補償器17-V、17-H、復調用局部発振器18-V、18-Hは第1図のものに対応している。

第2図の構成と第5図の構成との主な相違は、送信側の変調器1-V、1-Hに人力する局部発振器19-V、19-Hの発振周波数が非同期の $f_1$ 、 $f_2$ となっており、また混合器3-V、3-Hに人力する局部発振器20-V、20-Hの発振周波数が非同期の $f_1$ 、 $f_2$ となっている。また受信側では、補償用復調器16-V、16-Hが設けられ、該補償用復調器16-Vには混合器8-Hの中間周波信号が人力され、補償用復調器16-Hには混合器8-Vの中間周波信号が人力されている構成となっている。

変調器1-Vにおいて局部発振器19-Vの発振周波数 $f_1$ で変調されたV偏波側のベースバンド信号は、さらに混合器3-Vで周波数 $f_2$ の搬送波に重畳され、アンテナ5から(以後の説明の便宜上周波数 $f_1$ 、 $f_2$ という形で表現する)送信される。同様にH偏波側のベースバンド信号もア

ンテナ5から $(f_1, f_2)$ の形で)送信される。

今、上記説明と同様に、V偏波の主偏波側がH偏波の異偏波側から干渉を受け、その干渉波 $h$ がV偏波に漏れ込み、アンテナ6に受信されたものとする。

従ってアンテナ6にはV偏波と干渉波 $h$ との $f_1, f_2 + \alpha f_1, f_2$  ( $\alpha$ は干渉波 $h$ の振幅係数)の信号が受信される。該受信信号 $f_1, f_2 + \alpha f_1, f_2$ と無線周波用局部発振器15からの周波数 $f_c$ の信号とが混合器8-Vで混合され、

$(f_1, f_2 + \alpha f_1, f_2) / f_c$ の中間周波信号に周波数変換される。該中間周波信号 $(f_1, f_2 + \alpha f_1, f_2) / f_c$ は、復調器9-Vにおいて、復調用局部発振器18-Vの発振周波数 $f_c$ で直交復調され、例えば直交振幅変調(QAM)の場合該復調器9-Vから $(f_1, f_2 + \alpha f_1, f_2) / f_c$ の直交した $I(V), Q(V)$ のベースバンド信号が出力されてくる。そしてこれら直交した $I(V), Q(V)$ の $(f_1, f_2 + \alpha f_1, f_2) / f_c$ の各ベースバンド信号が、交差

$I(V), Q(V)$ はV偏波の信号成分であり、 $\alpha f_1, f_2 / f_c, f_c$ のベースバンド信号 $I(V), Q(V)$ は干渉波 $h$ の信号成分、すなわちV偏波に漏れ込んだH偏波の干渉波成分である。そして補償用復調器16-Vの出力、すなわち $f_1, f_2 / f_c, f_c$ のベースバンド信号 $I(H), Q(H)$ は、該V偏波に漏れ込んだH偏波の干渉波成分 $\alpha f_1, f_2 / f_c, f_c$ と同一周波数を持って同期しており、従って交差偏波間干渉補償器17-V、例えばトランスバーサル・フィルタ等の自動等化器で等化することができる。つまり、補償用復調器16-Vから出力される $f_1, f_2 / f_c, f_c$ のベースバンド信号 $I(H), Q(H)$ を、復調器9-Vから出力されるH偏波の干渉波成分 $\alpha f_1, f_2 / f_c, f_c$ のベースバンド信号 $I(V), Q(V)$ と同振幅、逆位相の各補償信号を作り出すことができる。従って該補償信号を作り出し、復調器9-Vから入力されるベースバンド信号 $I(V), Q(V)$ と加算することによって、交差偏波間干渉補償器17-VからV偏波へ漏れ込

偏波間干渉補償器17-Vに入力する。

一方、アンテナ6には $f_1, f_2$ のH偏波が受信される。該受信信号 $f_1, f_2$ と無線周波用局部発振器15からの周波数 $f_c$ の信号とが混合器8-Hで混合され、 $f_1, f_2 / f_c$ の中間周波信号に周波数変換される(ここでは干渉波 $v$ を省略して考えている)。該中間周波信号 $f_1, f_2 / f_c$ は、補償用復調器16-Vにおいて復調用局部発振器18-Vの発振周波数 $f_c$ で直交復調され、該補償用復調器16-Vから $f_1, f_2 / f_c, f_c$ の直交した $I(H), Q(H)$ のベースバンド信号が出力される。そしてこれら直交した $I(H), Q(H)$ の $f_1, f_2 / f_c, f_c$ の各ベースバンド信号が、交差偏波間干渉補償器17-Vに入力する。

ここで、交差偏波間干渉補償器17-Vに入力する復調器9-V及び補償用復調器16-Vの各ベースバンド信号について調べると、復調器9-Vの出力、すなわち $(f_1, f_2 + \alpha f_1, f_2) / f_c$ のベースバンド信号 $I(V), Q(V)$ のうち、 $f_1, f_2 / f_c, f_c$ のベースバンド信号

れたH偏波の干渉波 $h$ の成分が除去されたV偏波本来の信号であるベースバンド信号 $I(V), Q(V)$ が復調される。

次に該交差偏波間干渉補償器17-Vについて説明する。

第4図は中間周波帯2次元自動等化器の一実施例構成を示しており、符号41, 42はトランスバーサル・フィルタ部、43は合成部、44, 45は加算部、46は制御部、47-1ないし47-4は遅延回路、48-1ないし48-4, 49-1ないし49-4は重付け回路、50, 51は合成器、52, 53は合成器を表している。

合成部43内の合成器52, 53には、復調器9-Vで復調されたベースバンド信号 $I(V), Q(V)$ がそれぞれ入力され、トランスバーサル・フィルタ部41, 42には、補償用復調器16-Vで復調された補償用信号のベースバンド信号 $I(H), Q(H)$ がそれぞれ入力されている。また制御部46には、図示されていない識別器からデータ信号 $D(H)$ と誤差信号 $E(V)$ とが入

力されている。該制御部46の制御信号によって、トランスバーサル・フィルタ部41、42の各重付け回路48-1ないし48-4及び49-1ないし49-4から識別時点における誤差信号E(V)を零とする信号を作り出し、合成器50、51でそれぞれ合成した上で加算部44、45で干渉波hと同等の干渉成分を作成する。そして合成部43内の各合成器52、53において、加算部44、45で得られた干渉波hと同等の干渉成分を反転した形態で、各I(V)、Q(V)のベースバンド信号に加算される。よって合成部43からH偏波の干渉波hの成分が除去されたV偏波だけのベースバンド信号I(V)、Q(V)が出力される。

そして、第2図に示された識別器12-Vに入力され、該識別器12-Vで正しく識別される。

以上はV偏波がH偏波側によって交差偏波間干渉を受ける場合を説明したが、逆のH偏波がV偏波側によって交差偏波間干渉を受ける場合も全く同様である。

干渉波を補償できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る交差偏波間干渉補償方式の原理構成図、第2図は本発明に係る交差偏波間干渉補償方式の一実施例構成、第3図は本発明に係る交差偏波間干渉補償方式の他の実施例構成、第4図は中間周波帯2次元自動等化器の一実施例構成、第5図、第6図は従来の交差偏波間干渉補償方式の構成を示している。

図中、1-V、1-Hは変調器、2は局部発振器、3-V、3-Hは混合器、4は局部発振器、5、6はアンテナ、7は中間周波用局部発振器、8-V、8-Hは混合器、9-V、9-Hは復調器、10-V、10-Hは復調用局部発振器、11-V、11-Hは交差偏波間干渉補償器、12-V、12-Hは識別器、13-V、13-HはA/D変換器、14-V、14-Hは交差偏波間干渉補償器、15は無線周波用局部発振器、16-V、16-Hは補償用復調器、17-V、17

第3図は本発明に係る交差偏波間干渉補償方式の他の実施例構成を示している。

同図において、交差偏波間干渉補償器22-V、22-Hがデジタルで構成されている場合、復調器9-Vと補償用復調器16-V及び復調器9-Hと補償用復調器16-Hの次段にアナログのベースバンド信号をデジタル化するA/D変換器21-V、21-Hが設けられ、デジタル化された各ベースバンド信号に対して交差偏波間干渉補償を行う。

その動作についてはアナログの場合と同様であるので説明を省略する。

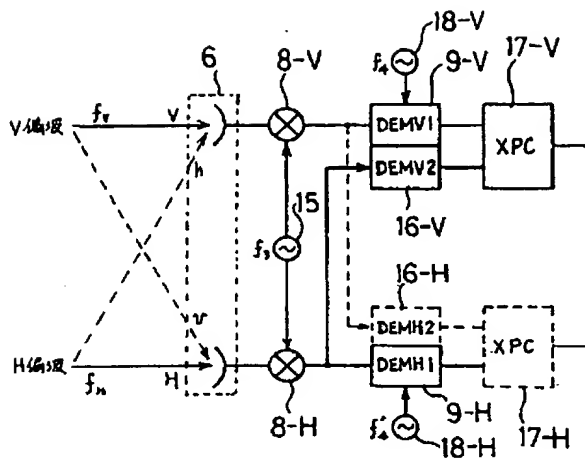
#### (発明の効果)

以上説明した如く、本発明によれば、送信側変調器及び搬送波を重畳する混合器への各局部発振周波数をV偏波とH偏波の両波に対し同期を取らなくても受信側でその交差偏波間干渉波を除去することができる。またそのとき設けられる補償用復調器は簡単なもので良く、安価に交差偏波間干

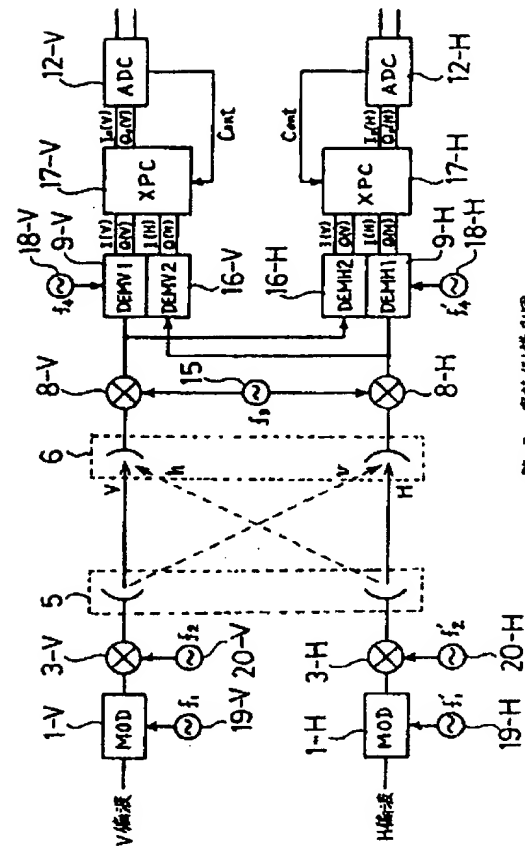
-Hは交差偏波間干渉補償器、18-V、18-Hは復調用局部発振器、19-V、19-H、20-V、20-Hは局部発振器、41、42はトランスバーサル・フィルタ部、43は合成部、44、45は加算部、46は制御部を表している。

特許出願人 富士通株式会社

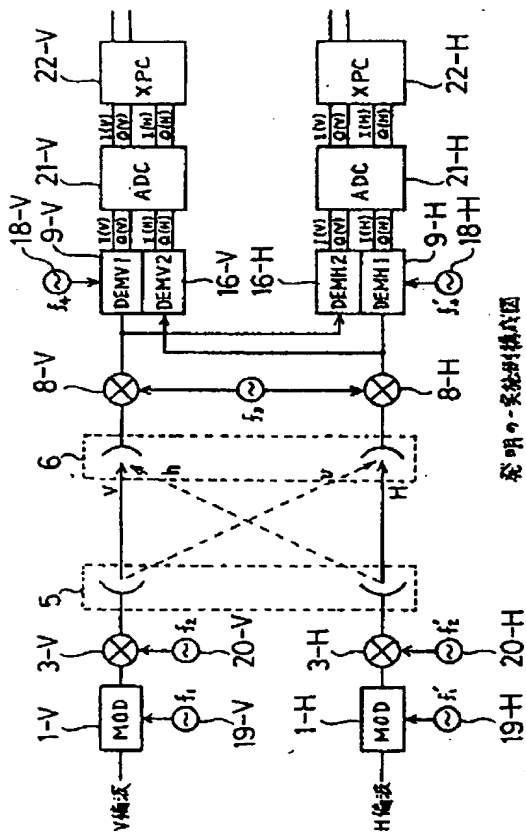
代理人 弁理士 森田 寛(外1名)



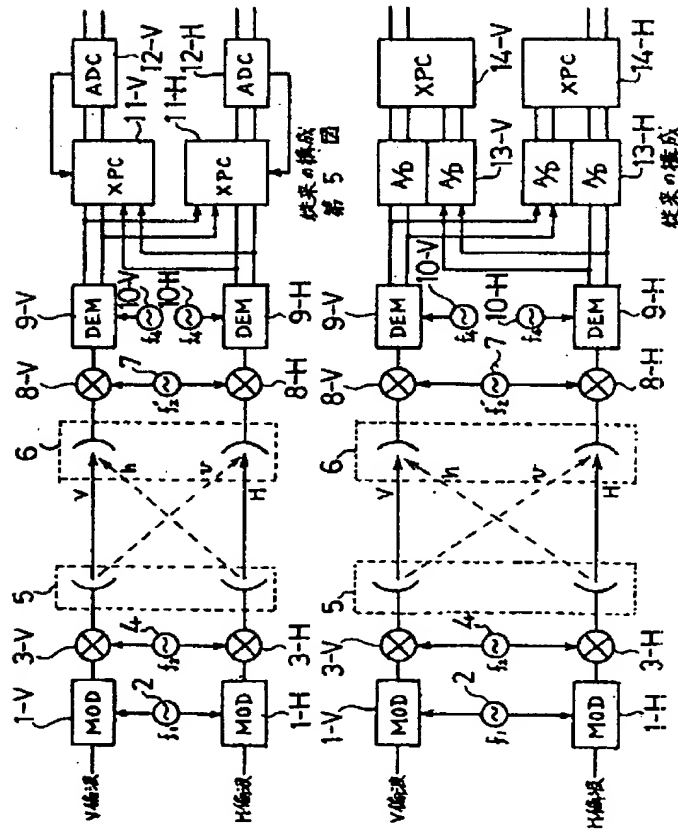
説明の原理構成図  
第 1 図



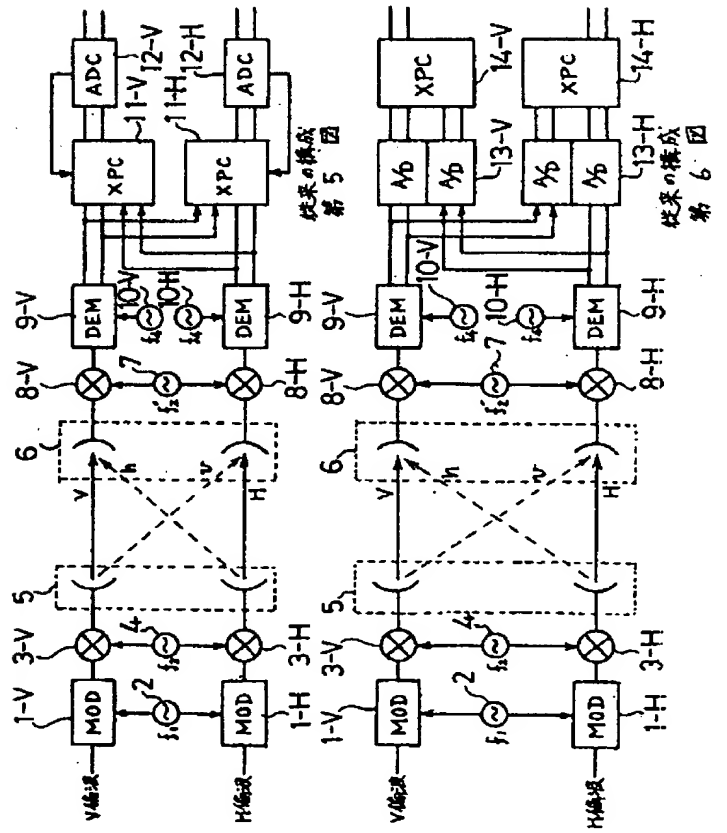
説明の実例構成図  
第 2 図



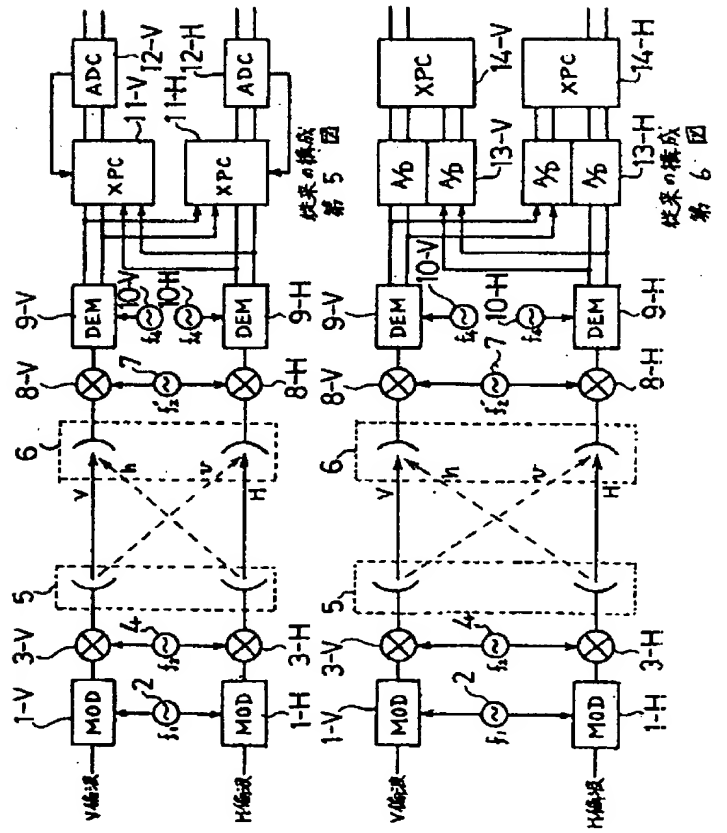
説明の実例構成図  
第 3 図



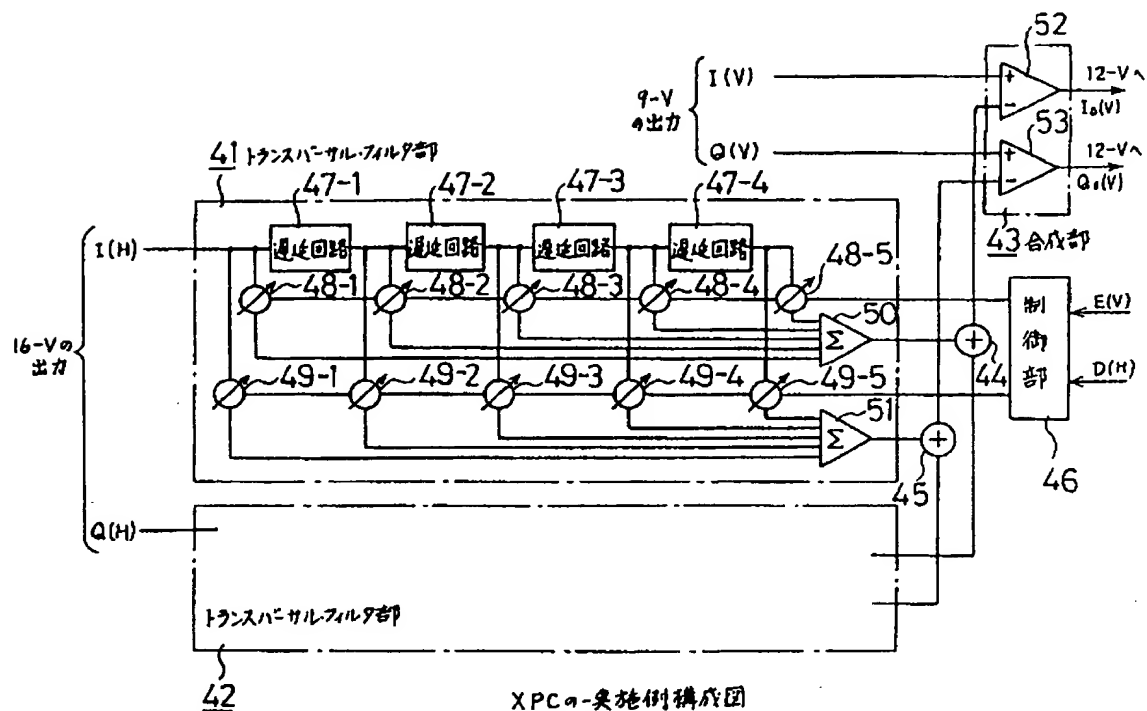
説明の実例構成図  
第 4 図



説明の実例構成図  
第 5 図



説明の実例構成図  
第 6 図



XPC $\alpha$ -実施例構成図  
第 4 図